Aardlussen

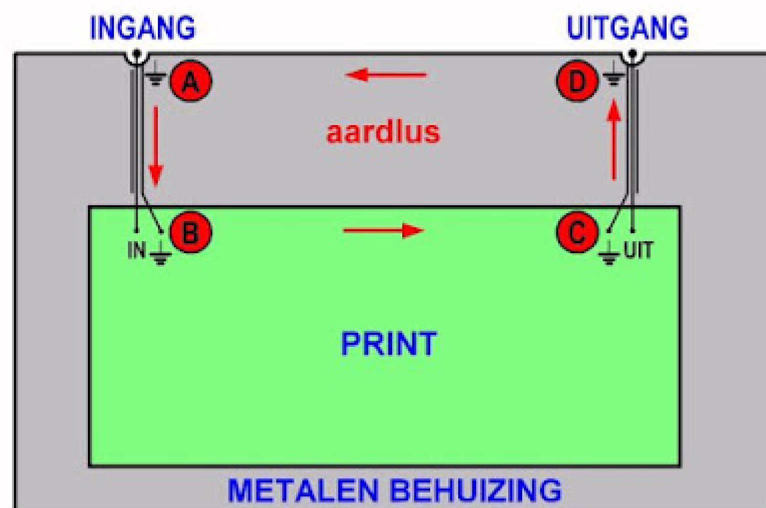
Een aardlus is een probleem in elektronische schakelingen waarbij een elektrische stroom onbedoeld een elektrische spanning induceert in een gesloten elektrisch circuit. Een aardlus is een oorzaak van bromproblemen bij audio. Tóch zijn aardlussen op een vrij eenvoudige manier te voorkomen.

Auteur: Jos Verstraten, Landgraaf, Nederland
Email: josverstraten@live.nl

Publicatiedatum: 25-04-2017

Aardlussen in apparaten

Een voorbeeld van een aardlus
Laten wij maar eerst het probleem duidelijk stellen en dat aan de hand van het voorbeeld van een audioversterker. Wat u nooit ofte nimmer mag doen is geschetst in onderstaande figuur. De schakeling zit op een print, de in- en uitgangsconnectoren heeft u gemonteerd in de aluminium behuizing. Tussen de print en de connectoren voor de in- en uitgangen heeft u keurig twee afgeschermde draadjes aangebracht.
De afschermingen verbindt u met de massa op de print (punten B en C) én bij de connectoren met het chassis (punten A en D). Dat lijkt een perfecte afscherming en in feite is dat ook zo, maar u introduceert wél een aardlus van jewelste.



Het ontstaan van een aardlus in een versterker. (© 2017 Jos Verstraten)

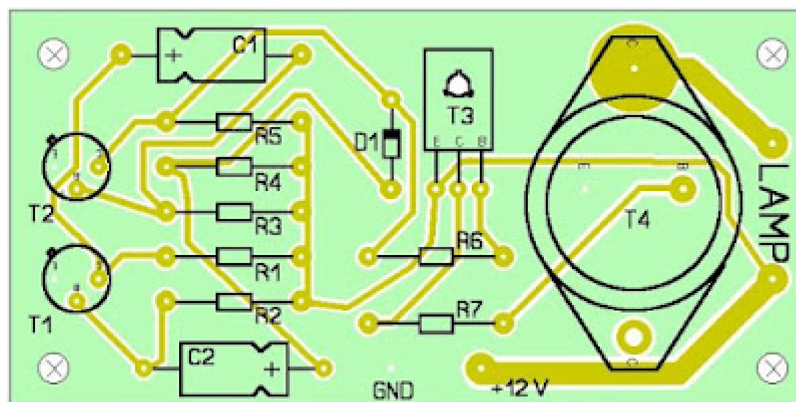
Door de afscherming van de kabeltjes aan weerszijden met de massa van de print en met het chassis te verbinden ontstaat er een gesloten lus, een zogenaamde aardlus. Door deze lus kan nu een aardlusstroom gaan circuleren: van punt A via de afscherming van de ingangskabel naar punt B, van dit punt via de massasporen op uw print naar punt C. Via de afscherming van uw uitgangskabel vloeit de stroom naar punt D en vandaar via het aluminium van uw behuizing weer naar punt A. Deze lusstroom kan in de soortelijke weerstand van het aluminium van uw behuizing en het koper op uw print een kleine spanning U opwekken. De schakeling ziet deze spanning in serie staan met het te versterken ingangssignaal en u heeft de poppen aan het dansen. Uw versterker gaat brommen of allerlei rare bijgeluiden

produceren.

De aardlus onderbreken
U moet deze aardlus onderbreken en de eenvoudigste oplossing is de aarding van de afscherming van de uitgangskabel op punt D los te koppelen. In het algemeen gesteld mag u maar één aardingspunt in een apparaat hebben. Op dat punt sluit u de massa van uw print aan en de afscherming van de kabel die het meest gevoelige signaal transporteert.

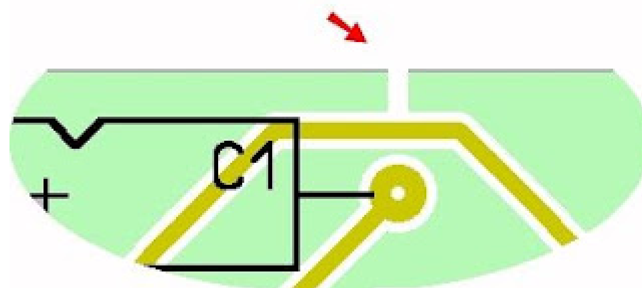
Aardlussen op printplaten

Groundplanes kunnen aardlussen introduceren
Tegenwoordig worden printen vaak voorzien van een 'groundplane'. Printontwerp programma's zoals Sprint Layout van Abacom hebben zelfs een optie, waarmee u met één klik op de knop de print kunt voorzien van zo'n plane. In onderstaande figuur hebben wij een typisch voorbeeldje van zo'n print geschetst. Om een en ander duidelijk te maken hebben wij de groundplane lichtgroen ingekleurd. Milieuvriendelijk omdat er zo min mogelijk koper weggeëtst moet worden en bovendien gemakkelijk te frezen. Alle punten die met de massa van het schema zijn verbonden, liggen aan het groundplane. Maar het zal duidelijk zijn dat u hierdoor alweer een prachtige aardlus introduceert en deze keer op uw print. De massastroom kan nu immers vrijelijk over het groundplane vloeien en dat plane vormt een gesloten lus.



Een 'groundplane' op een print introduceert een aardlus. (© 2017 Jos Verstraten)

Ook hier geldt: onderbreken!
Ook hier is de oplossing voor de hand liggend: u moet het groundplane ergens onderbreken en wel zo dat het plane geen gesloten lus vormt op uw print. In het getekende voorbeeld zou u bijvoorbeeld de plane kunnen onderbreken boven de condensator C1. De gesloten lus wordt onderbroken, maar alle punten die aan de massa moeten liggen zijn nog steeds verbonden met deze levensader van uw schakeling.



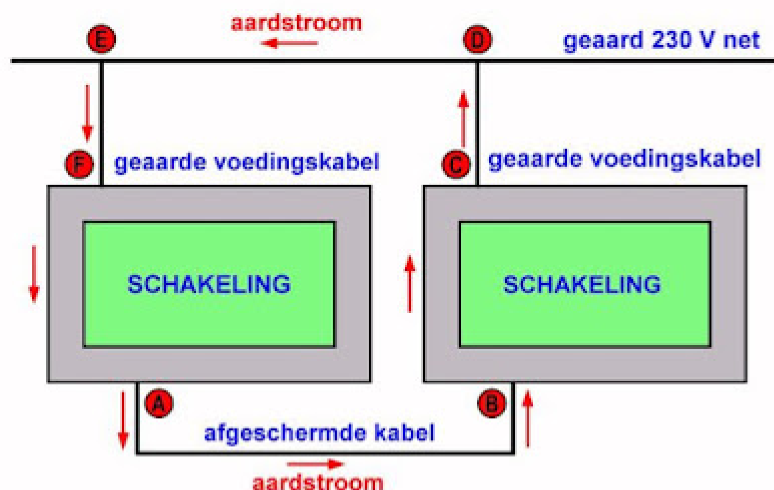
Op de juiste plaats onderbreken van het groundplane schakelt de aardlus uit. (© 2017 Jos Verstraten)

Aardlussen in digitale systemen
In digitale systemen spelen aardlussen op uw printplaat geen rol. De lusstroom introduceert

immers hooguit een paar tientallen mV in de lus. Deze spanning kan dodelijk zijn voor analoge schakelingen, maar digitale schakelingen hebben zo'n hoge ongevoeligheid voor dergelijke kleine ruissignalen dat u geen problemen hoeft te verwachten.

Aardlussen en geaarde netstekkers

Aarding van metalen behuizingen is verplicht
Metalen behuizingen moeten met de aarding van uw 230 V net worden verbonden. Om uw schakelingen optimaal af te schermen heeft u echter ook de massa van uw schakeling op één punt verbonden met het chassis. Het zal duidelijk zijn dat ook dit een prachtig middel is voor het creëren van ongewenste aardlussen. Dit verschijnsel wordt toegelicht aan de hand van onderstaande figuur. U hebt twee apparaten gebouwd, die door middel van een afgeschermde kabel met elkaar worden verbonden. Beide apparaten zijn netgevoed en de behuizingen zijn dus met de aarding van het 230 V net verbonden (punten C en F). In beide apparaten zit een print, waarvan u de massa volgens de regels van de kunst op één punt met het chassis heeft verbonden (punten A en B). Er ontstaat nu een gesloten aardlus A-B-C-D-E-F-A, waarin een ongewenste aardstroom I kan gaan vloeien.

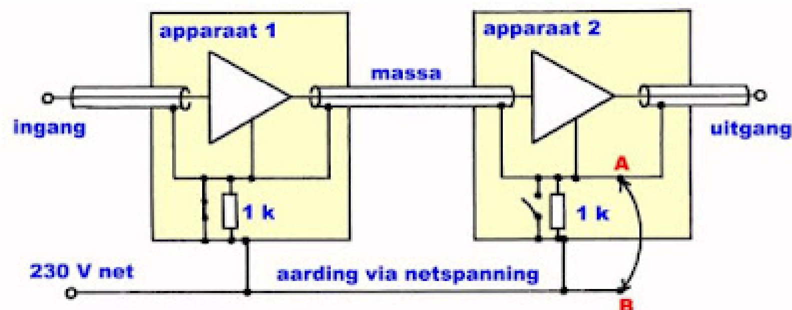


Ontstaan van een aardlus door de verplichte aarding van metalen behuizingen.
(© 2017 Jos Verstraten)

Dit is een vervelende situatie, waar geen eenvoudige oplossing tegen te verzinnen is. Het domste dat u kunt doen is de netkabel van een van de apparaten (of beide) uit de geaarde wandcontactdozen te verwijderen en op het net aan te sluiten via een ongeaarde wandcontactdoos.
Het probleem van de aardlus is dan inderdaad verdwenen, maar u creëert een levensgevaarlijke situatie. Als er in een van uw apparaten een kortsluiting naar aarde ontstaat, bijvoorbeeld in een voedingstrafo, dat bestaat de kans dat de behuizing van uw apparaat op 230 V komt te staan. Als die behuizing geaard was, dan zou onmiddellijk de aardlekschakelaar afslaan als u het apparaat aanraakte. U krijgt even een schok, maar dat is alles. Als het apparaat echter niet is geaard, dan bestaat de kans dat u aan het apparaat 'blijft plakken' doordat uw spieren verkrampen en is de kans groot dat u het voorval niet overleeft.

Groundlifting
De enige goed oplossing voor dit probleem is gebruik te maken van een techniek die 'groundlifting' heet. U moet er op de eerste plaats voor zorgen dat er nergens een rechtstreeks contact bestaat tussen de massa van uw schakeling en de aarding van de behuizing. Vervolgens brengt u een kleine weerstand van bijvoorbeeld 1 kΩ aan tussen de massa en de aarding. De impedantie van deze weerstand is laag genoeg om ervoor te zorgen dat massa en aarde voor de signaalspanning op een en hetzelfde niveau staan. De impedantie van de weerstand is anderzijds zo groot dat de waarde van een eventueel optredende lusstroom tot een onschadelijke waarde wordt gereduceerd. Immers, in de

gesloten staat nu een impedantie van 2 x 1 kΩ.



Het principe van 'groundlifting' toegepast op twee geaarde apparaten. (© 2017 Jos Verstraten)

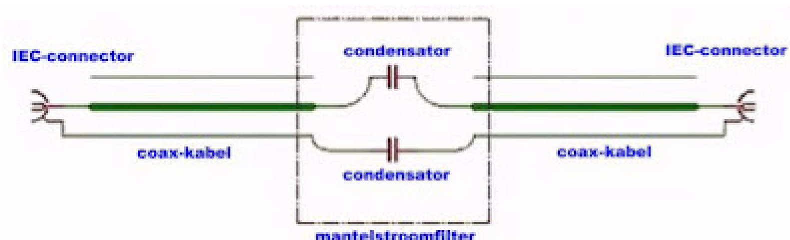
Aardlussen in op uw PC aangesloten AV-apparatuur

Opeens is daar die akelige brom
Bij het aansluiten van uw PC op uw AV-installatie ontstaat vaak een bromtoon in de luidsprekers van één van beide of, meestal, van beide installaties. Ook dit verschijnsel wordt veroorzaakt door een aardlus. Deze aardlus wordt gevormd door enerzijds de netstekker van uw PC die geaard is op de huisinstallatie en anderzijds de aarding van de antennekabel van uw AV-installatie. De aarding van uw huisinstallatie en de aarding van uw antennekabel liggen een grote afstand uit elkaar. Hierdoor ontstaat een klein spanningsverschil tussen de aarde van uw PC en de afscherming (de mantel) van de kabels van uw AV-installatie. Dit spanningsverschil is verantwoordelijk voor het vloeien van een aardstroom door de afscherming van uw coax-, audio- en videokabels. Deze stroom veroorzaakt de brom.



Ontstaan van een aardlus bij het aansluiten van een PC op een AV-apparaat. (© 2017 Jos Verstraten)

Een mantelstroomfilter onderbreekt de aardlus
U kunt dit voorkomen door uw FM-tuner en uw TV via een mantelstroomfilter aan te sluiten op de antenne einddoos van uw CAI-installatie. In het mantelstroomfilter zitten twee kleine condensatoren, één in de centrale ader en één in de afscherming (mantel). Deze condensatoren laten wél de TV- en FM-signalen door, maar zorgen ervoor dat de mantelstroom niet meer kan vloeien. Het gevolg is dat ook de brom verdwijnt.



Een mantelstroomfilter onderbreekt de aardlus. (© 2017 Jos Verstraten)

Het toepassen van een mantelstroomfilter
Trek de coaxkabel van uw TV of FM-tuner uit de antenne einddoos in de muur. Plug het mantelstroomfilter in de TV- of FM-connector van de einddoos. Sluit uw coaxkabel van TV of FM-tuner aan op de vrije connector van het mantelstroomfilter. In vrijwel alle gevallen zal de vervelende brom als sneeuw voor de zon verdwenen zijn!



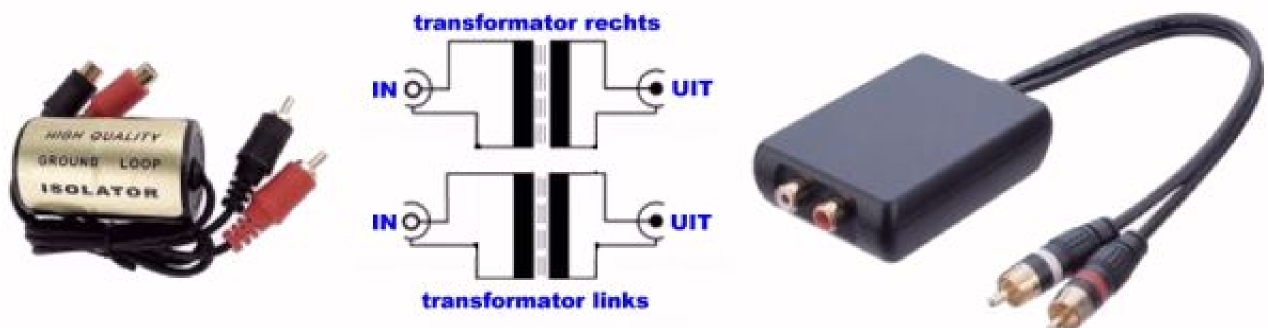
Het toepassen van een mantelstroomfilter. (© 2017 Jos Verstraten)

Ground loop isolators in audio-apparatuur

Frequentie te laag voor het gebruik van condensatoren
Ook in verbindingen tussen audio-apparaten onderling kunt u geconfronteerd worden met aardlussen. De frequentie van de te verwerken signalen is nu echter zo laag dat u geen gebruik kunt maken van kleine condensatoren, zoals in mantelstroomfilters. De oplossing is gebruik te maken van twee kleine transformatoren, die signalen tussen 20 Hz en 20 kHz zonder problemen doorkoppelen van primaire wikkeling naar secundaire wikkeling, maar de aardlusstromen blokkeren. Dergelijke filters worden 'ground loop isolators' genoemd.

CAR-NF01
De CAR-NF01 is een uiterst goedkope aardlus isolator die ervoor zorgt dat een eventuele massalus tussen uw HiFi-apparatuur wordt verbroken, waardoor 50 Hz brom volledig verdwijnt. De CAR-NF01 heeft twee kabeltjes met vier cinch-connectoren, twee mannelijke en twee vrouwelijke, waarmee u de transformator een-op-een kunt opnemen in iedere audio-verbinding.

Xitel Ground Loop Isolator
Dit vele malen duurder apparaatje werkt op dezelfde manier, maar wordt geleverd in een klein kastje met twee vergulde cinch-vrouwtjes aan de ene kant en twee afgeschermde kabeltjes met vergulde cinch-mannetjes aan de andere kant. Het ziet er professioneel uit en daarvoor moet u uiteraard betalen!



Het principe van ground loop isolators, gebruikt in audio-apparatuur. (© 2017 Jos Verstraten)